

Family list

1 application(s) for: JP11064846 (A)

1 LIQUID CRYSTAL PROJECTION DISPLAY DEVICE

Inventor: MATSUMOTO TAKESHI ; ARITAKE
TAKAKAZU (+1)

Applicant: FUJITSU LTD

EC:

IPC: G02B5/18; G02F1/13; G02F1/1335; (+6)

Publication info: JP11064846 (A) — 1999-03-05

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-064846

(43)Date of publication of application : 05.03.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02B 5/18

G02F 1/13

(21)Application number : 09-221339

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 18.08.1997

(72)Inventor : MATSUMOTO TAKESHI
ARITAKE TAKAKAZU
YAMAGISHI FUMIO

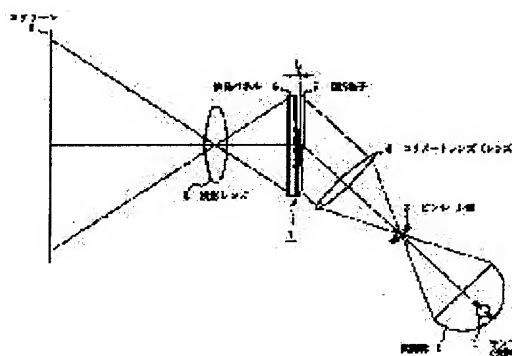
(54) LIQUID CRYSTAL PROJECTION DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal projection display device preventing the occurrence of color unevenness in a display image or limit the color evenness by making a gap between a diffraction grating and an opening of a liquid crystal panel narrow in a side near to a lens and wide in the side far from the lens.

SOLUTION: Parallel light converted by a collimate lens 4 is made incident on the diffraction grating 5, and the diffraction grating 5 light separates the light (white light) for the openings of respective R, G, B of the liquid crystal panel 6, and the light (red light, green light, blue light) of different wavelength regions are made incident on the liquid crystal panel 6. The liquid crystal panel 6 controls the transmissivity of the light made incident on respective openings by a characteristic adjusting the polarization direction of the light provided in a liquid crystal. In such a case, the gap L between the diffraction grating 5 and the opening of the liquid crystal panel 6 is set so as to be narrowed in the side near to the

collimate lens 4 generating the parallel light and to be widened in the side far from the collimate lens 4. The strength of the red light, green light, blue light are adjusted by the diffraction grating 5 and the liquid crystal panel 6, and a color of a pixel is generated, and the light is projected on a screen 9 by a projection lens 8 to be color-displayed.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-64846

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 F 1/1335

5 3 0

G 0 2 F 1/1335

5 3 0

G 0 2 B 5/18

G 0 2 B 5/18

G 0 2 F 1/13

5 0 5

G 0 2 F 1/13

5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平9-221339

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月18日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 松本 剛

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 有竹 敬和

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 山岸 文雄

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

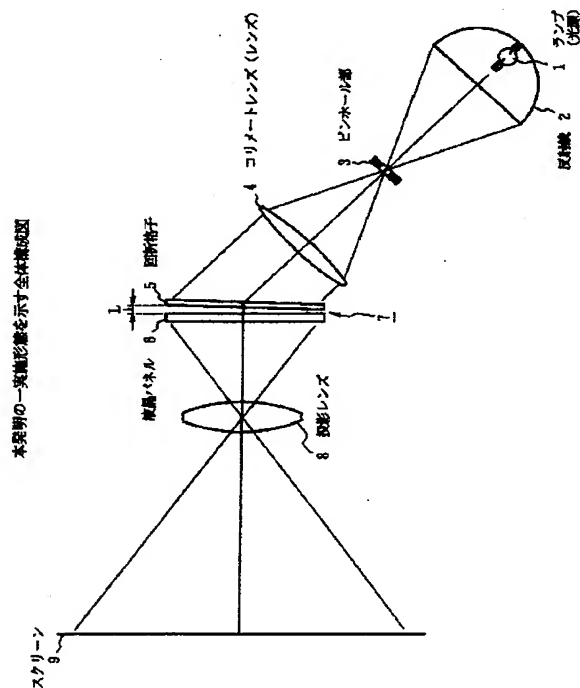
(74) 代理人 弁理士 宮内 佐一郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 液晶投影表示装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶投影表示装置において色むらを生じさせないまたは許容範囲に収める。

【解決手段】 赤緑青の三原色に対応した画素を周期的に配置した液晶パネル6と、液晶パネル6の各赤緑青の開口部に対して白色光を分光して異なる波長域の光を入射させる回折格子5と、光源1が発光した光を平行光として回折格子5に入射させるレンズ4を備え、回折格子5と液晶パネル6の開口部との間隔Lを、レンズ4に近い側で狭く、レンズ4に遠い側で広くした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】赤緑青の三原色に対応した画素を周期的に配置した液晶パネルと、
該液晶パネルの各赤緑青の開口部に対して白色光を分光して異なる波長域の光を入射させる回折格子と、
光源が発光した光を平行光として前記回折格子に入射させるレンズを備えた液晶投影表示装置において、
前記回折格子と前記液晶パネルの開口部との間隔を、前記レンズに近い側で狭く、前記レンズに遠い側で広くしたことを特徴とする液晶投影表示装置。

【請求項 2】請求項 1 記載の液晶投影表示装置において、
前記間隔を制御する部材として前記レンズに近い側で直径が小さく、前記レンズに遠い側で直径が大きいスペーサを用いたことを特徴とする液晶投影表示装置。

【請求項 3】請求項 2 記載の液晶投影表示装置において、
前記スペーサは前記液晶パネルと前記回折格子を張り合わせる接着剤に混入される直径の異なるビーズでなることを特徴とする液晶投影表示装置。

【請求項 4】赤緑青の三原色に対応した画素を周期的に配置した液晶パネルと、
該液晶パネルの各赤緑青の開口部に対して白色光を分光して異なる波長域の光を入射させる回折格子と、
光源が発光した光を平行光として前記回折格子に入射させるレンズを備えた液晶投影表示装置において、
前記レンズの端部の光の屈折角度を所定値以下にしたことを特徴とする液晶投影表示装置。

【請求項 5】赤緑青の三原色に対応した画素を周期的に配置した液晶パネルと、
該液晶パネルの各赤緑青の開口部に対して白色光を分光して異なる波長域の光を入射させる回折格子と、
光源が発光した光を平行光として前記回折格子に入射させるレンズを備えた液晶投影表示装置において、
前記レンズとしてレンズ端部の波長分散が 1.0 度以下となる F ナンバーが 0.6 以上のものを使用することを特徴とする液晶投影表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、従来の色フィルターの代りに回折格子によってカラー画像を生成する液晶投影表示装置に関する。従来のカラー液晶表示装置は、液晶表示素子の外面または内面に R（赤）、G（緑）、B（青）の色フィルターを配置して、光源から照射した光を該色フィルターを通すことによって RGB の 3 原色を作り、この 3 原色を液晶表示素子のライトバルブ効果により強度を可変としてカラー表示を行っていた。

【0002】特に、液晶表示素子の内面に色フィルターを形成する場合は染色法や電着法などが提案されているが、色フィルターの製造方法が複雑であったり、液晶表

示素子の製造工程に使用する各種薬品や加えられる熱エネルギーによって色フィルターが劣化するなど、種々の問題があった。また、液晶表示素子の外面に色フィルターを配置する場合も、表示画素との位置合せを精度よく行うことが困難であったり、長期間使用すると湿気により色フィルターが剥離するなど、種々の問題があった。さらに、全般的には色フィルターによって作られた RGB の色純度が低いことや、色フィルター自体が光源から照射される光エネルギーによって劣化することも問題であった。

【0003】このため、色フィルターの代りに回折格子を用いた液晶投影表示装置が開発されている。この液晶投影表示装置においては、光源のランプからの光をピンホール部で集光し、集光した光をコリメートレンズで平行光として回折格子に入射させる。回折格子で回折された光は波長毎に分光して液晶パネルに入射し、光の透過率が調整されて 1 つの画素の色が生成されて、スクリーン上に結像される。このような液晶投影表示装置において、表示画像に色むらが生じないまたは色むらを許容できるような装置の開発が必要とされている。

【0004】

【従来の技術】従来の液晶投影表示装置としては、例えば図 17 に示すようなものがある。図 17 において、101 は、光源としてのランプ、102 はランプ 101 が発光する光を反射する反射鏡、103 は反射鏡 102 で反射した光を集光するピンホール部、104 はピンホール部 103 で集光した光を平行光に変換するコリメートレンズ、105 はコリメートレンズ 104 から入射する白色光を分光して異なる波長域の光を出射する回折格子、106 は赤（以下、R）、緑（以下、G）、青（以下、B）の三原色に対応した画素を周期的に配置し、各 RGB の開口部に入射した光の透過率を制御する液晶パネルである。回折格子 105 と液晶パネル 106 がカラー画像の表示生成部分 107 を構成している。

【0005】108 は液晶パネル 106 を透過した光を投影する投影レンズ、109 はカラー画像が表示されるスクリーンである。スクリーン 109 を見る人は、表示生成部分 107 側から見ても良いし、または表示生成部分 107 の反対側から見ても良い。図 18 は回折格子 105 と液晶パネル 106 の拡大断面図である。

【0006】図 18 において、液晶パネル 106 には R の開口部 110、G の開口部 111、B の開口部 112 がそれぞれ形成され、RGB の 3 つの開口部 110、111、112 に対して 1 つの回折格子 105A が配置されている。113 は回折格子 105A に所定の入射角度で入射された光であり、この光 113 は回折格子 105A により回折されて、波長毎に赤色光 114、緑色光 115、青色光 116 に分光して液晶パネル 106 にそれぞれ入射する。すなわち、赤色光 114 は R の開口部 110 に、緑色光 115 は G の開口部 111 に、青色光 1

16はBの開口部112に、それぞれ入射する。

【0007】図17の液晶投影表示装置においては、メタルハライドランプや高圧水銀ランプなどの光源としてランプ101を発した光は反射鏡102でピンホール部103に集光される。ピンホール部103を透過した光はコリメートレンズ104によって平行光束に変換され、回折格子105と液晶パネル106で構成される表示生成部分107に入射される。

【0008】図18は表示生成部分107の回折格子105と液晶パネル106の断面を拡大したもので、液晶パネル106のRGBの3つの開口部110, 111, 112に対して1つの回折格子105Aが配置されている。回折格子105Aに所定の入射角度で入射された光113は回折格子105Aによって回折されて波長毎に進行方向が分かれる。これによって、赤の波長域の光（赤色光）114はRの開口部110に、緑の波長域の光（緑色光）115はGの開口部111に、青の波長域の光（青色光）116はBの開口部112にそれぞれ入射する。図18中では液晶パネル106を簡略化して開口部分だけを示しているが、液晶が持っている光の偏光方向を調節する特性によって各開口部110, 111, 112に入射された光の透過率が制御される。

【0009】このようにして、回折格子106と液晶で赤色光114、緑色光115、青色光116の強度が調整されることで1つの画素の色が生成される。液晶パネル106を透過した光は投影レンズ108でスクリーン109上に結像される。このような回折格子105とRGBの1組で形成される画素を2次元に配列し、個々の開口部110, 111, 112の透過率を制御することでスクリーン109上にカラー画像が形成される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このような従来の液晶投影表示装置にあっては、ランプからコリメートレンズに至る光源系は平行光束を作る一般的な光学系を有し、ピンホール部を通過した光は、コリメートレンズによって平行光束に変換される。しかしながら、一般の光学材料の屈折率は光の波長に対応してわずかに変化しているため、全ての波長の光が平行光にはならない。図19は一般的な光学材料のBK7の各波長での屈折率を示すが、波長の短い光に対する屈折率の方が波長の長い光に対する屈折率よりもわずかに大きい。

【0011】したがって、レンズなどで光を屈折させる場合には波長の短い光の方が大きい角度で屈折される。図20に示すように、コリメートレンズ104によって緑の波長域の光（緑色光）115が平行光束に変換される場合には、波長の短い青色光116はわずかに収束しており、波長の長い赤色光114はわずかに発散する。

【0012】すなわち、緑色光115は、コリメートレンズ104により平行光束に変換されるが、赤色光114は緑色光115に対してわずかに外側に発散し、青色

光116は緑色光115に対して内側にわずかに収束する。このような光が回折格子105と液晶パネル106に入射されると、表示される映像の色が青色と赤色でわずかな分布を持つことが問題となる。図21(C)に示すように平行光束は所定の入射角度で入射されるが、コリメートレンズ104に近い側の回折格子105において光の入射角度は波長の短い青色光116では大きく、波長の長い赤色光114では小さくなっている。所定よりも大きい角度で入射された青色光116は、回折格子105で回折された後に所定よりも大きな出射角度で出射される。一方、所定よりも小さい入射角度で入射された赤色光116においても、回折された後の出射角度は所定よりも大きな回折角度で回折される。つまり、回折格子105で回折された光の分光の大きさは所定よりも大きくなる。

【0013】この結果、Bの開口部112においては所定の波長よりも長い波長の光が透過し、Rの開口部116においては所定の波長よりも短い波長の光が透過する。したがって、コリメートレンズ104に近い位置の液晶パネル106で表示される青色と赤色はわずかに緑色が混じった色で表示されてしまう。すなわち、青色光116は、Bの開口部112の外側に入射し、所定の波長である460nmよりも長い波長の光が開口部112を透過するので、青色は緑に近い青色で表示される。また、赤色光116は、Rの開口部110の外側に入射し、所定の波長である630nmよりも短い波長の光が開口部110を透過するので、赤色は緑に近い赤色で表示される。

【0014】なお、図21(B)に示すように、回折格子105に38.6度の入射角117でRGBの平行束が入射されるとき、回折格子105で分光された545nmの波長の緑色光115は、Gの開口部111の中心を通り、460nmの波長の短い青色光116はBの開口部112の中心を通り、630nmの波長の長い赤色光114はRの開口部110の中心を通る。開口部110, 111, 112の間隔118は、45μmの周期で形成され、液晶パネル106と回折格子105との間隔119は700μmに設定されている。すなわち、コリメートレンズ104から近い側でも、コリメートレンズ104から遠い側でも液晶パネル106と回折格子105との間は700μmの一定値に設定されている。

【0015】一方、コリメートレンズ104から遠い位置では、図21(A)に示すように波長の短い青色光116は回折格子105への入射角度が小さく、波長の長い赤色光114は入射角度が大きくなる。その結果この位置では、回折格子105で回折された光の分光の大きさは所定よりも小さくなる。これによりBの開口部112においては所定の波長よりも短い波長の光が透過し、Rの開口部110においては所定の波長よりも長い波長の光が透過することになる。その結果、コリメートレン

ズ 104 から遠い位置の液晶パネル 106 で表示される青色と赤色はそれぞれ本来よりも濃い色で表示されてしまう。

【0016】すなわち、青色光 116 は、B の開口部 112 の内側にわずかにそれて入射し、所定の波長である 460 nm よりも短い波長の光が開口部 112 を透過するので、青色は青むらさき、すなわち濃い青色に表示される。また、赤色光 114 は、R の開口部 110 の内側にわずかにそれて入射し、所定の波長である 630 nm よりも長い波長の光が開口部 110 を透過するので赤色

は赤むらさき、すなわち濃い赤色に表示される。

【0017】この結果、表示画像の青色と赤色は、液晶パネル 106 におけるコリメートレンズ 104 に近い位置と遠い位置の間で色の分布を生じる。本発明は、このような従来の問題に鑑みてなされたものであって、表示画像に色むらが生じない、または色むらが許容できるような液晶投影表示装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明は、図 1 に示すように構成する。請求項 1 の発明は、赤緑青の三原色に対応した画素を周期的に配置した液晶パネル 6 と、該液晶パネル 6 の各赤緑青の開口部に対して白色光を分光して異なる波長域の光を入射させる回折格子 5 と、光源 1 が発光した光を平行光として前記回折格子 5 に入射させるレンズ 4 を備えた液晶投影表示装置において、前記回折格子 5 と前記液晶パネル 6 の開口部との間隔 L を、前記レンズ 4 に近い側で狭く、前記レンズ 4 に遠い側で広くした。

【0019】請求項 2 の発明は、液晶投影表示装置において、前記間隔 L を制御する部材として前記レンズ 4 に近い側で直径が小さく、前記レンズ 4 に遠い側で直径が大きいスペースを用いた。請求項 3 の発明は、液晶投影表示装置において、前記スペースは前記液晶パネル 6 と前記回折格子 5 を張り合わせる接着剤に混入される直径の異なるビーズとした。

【0020】請求項 4 の発明は、赤緑青の三原色に対応した画素を周期的に配置した液晶パネル 6 と、該液晶パネル 6 の各赤緑青の開口部に対して白色光を分光して異なる波長域の光を入射させる回折格子 5 と、光源 1 が発光した光を平行光として前記回折格子 5 に入射させるレンズ 4 を備えた液晶投影表示装置において、前記レンズ 4 の端部の光の屈折角度を所定値以下にした。

【0021】請求項 5 の発明は、赤緑青の三原色に対応した画素を周期的に配置した液晶パネル 6 と、該液晶パネル 6 の各赤緑青の開口部に対して白色光を分光して異なる波長域の光を入射させる回折格子 5 と、光源 1 が発光した光を平行光として前記回折格子 5 に入射させるレンズ 4 を備えた液晶投影表示装置において、前記レンズ 4 としてレンズ端部の波長分散が 1.0 度以下となる F ナンバーが 0.6 以上のものを使用するようにした。

【0022】このような構成を備えた本発明の液晶投影表示装置によれば、液晶パネル 6 のレンズ（以下、コリメートレンズ）4 に近い位置では、コリメートレンズ 4 による波長分散によって波長の短い光の入射角度は大きく、波長の長い光の入射角度は小さくなっている。そのため、回折格子 5 で回折された光の分光の大きさは、所定よりも大きくなっている。ここで、回折格子 5 と液晶パネル 6 の開口部の間隔 L を所定より狭く設定すれば、B および R の開口部に所定の波長の光を入射させることができる。

【0023】一方、液晶パネル 6 のコリメートレンズ 4 から遠い位置では、コリメートレンズ 4 による波長分散によって波長の短い光の入射角度は小さく、波長の長い光の入射角度は大きくなっている。そのため、回折格子 5 で回折された光の分光の大きさは所定よりも小さくなっている。ここで、回折格子 5 と液晶パネル 6 の開口部との間隔 L が所定よりも広ければ、B および R の開口部に所定の波長の光を入射させることができる。つまり、液晶パネル 6 と回折格子 5 をウェッジ角を付けて配置することによって、液晶パネル 6 の全ての開口部に所定の波長の光を入射させることができ、表示画面の色むらを生じさせないまたは許容範囲に収めることができる。

【0024】また、画面内に生じる色むらはコリメートレンズ 4 の波長分散に起因している。一般にレンズの波長分散は光を屈折させる角度に依存しており、光を大きく曲げる程に波長分散も大きくなる。したがって、最も光を大きく曲げているレンズの端部において波長分散は最も大きくなっている。レンズ端部での光の屈折角度を小さくすることで、波長分散が小さくなり、表示画面内の色むらを生じさせないまたは許容範囲に収めることができる。レンズ端部の屈折角はレンズの F ナンバーに対応しており、F ナンバーが大きければ屈折角は小さくなる。したがって、コリメートレンズ 4 の F ナンバーを画面内の色むらが許容できるように選択すれば良い。

【0025】

【発明の実施の形態】図 1 は本発明の一実施形態を示す全体構成図である。図 1 において、1 は光源としてのランプであり、ランプ 1 は例えばメタルハライドランプや高圧水銀ランプなどのランプで構成される。ランプ 1 の外側には反射鏡 2 が設けられる。

【0026】ランプ 1 が発する光は、反射鏡 2 により反射されてピンホール部に集光される。4 はコリメートレンズ（レンズ）であり、コリメートレンズ 4 はピンホール部 3 を透過した光を平行光（平行光束）に変換する。コリメートレンズ 4 で変換された平行光は、回折格子 5 に入射し、回折格子 5 は液晶パネル 6 の各 RGB の開口部に対して光（白色光）を分光して異なる波長域の光（赤色光、緑色光、青色光）を入射する。液晶パネル 6 は RGB の三原色に対応した画素を周期的に配置し、液晶が持っている光の偏光方向を調整する特性によって各

開口部に入射された光の透過率を制御する。液晶パネル 6 と回折格子 5 がカラー画像を表示するために表示生成部分 7 を構成している。

【0027】回折格子 5 と液晶パネル 6 の開口部との間隔 L は、平行光を生成するコリメートレンズ 4 に近い側で狭く、コリメートレンズ 4 に遠い側で広がるように設定されている。回折格子 5 と液晶パネル 6 で赤色光、緑色光、青色光の強度が調整されることで一つの画素の色が生成される。液晶パネル 6 を透過した光は投影レンズ 8 でスクリーン 9 上に投影され、スクリーン 9 上にはカラー画像が表示される。スクリーン 9 を見る人は、表示生成部分 7 側で見ても良いし、表示生成部分 7 と反対側で見ても良い。

【0028】図 2 は回折格子 5 の一つの回折格子を示す。図 2 において、一つの回折格子 5 A は、六角形状に形成され、ガラス基板に接着される反対側は凹凸状に形成されている。すなわち、図 3 に示すように、回折格子 5 A は、ガラス基板 10 上に凹凸状に形成され、ホトポリマからなる紫外線硬化樹脂よりなる。また、図 4 に示すように回折格子 5 A は屈折率が低い樹脂 5 B と屈折率

【0029】図 5 (A) に示すように 1 個 1 個の回折格子 5 A がそれぞれ集合して回折格子 5 が形成される。すなわち、回折格子 5 はガラス基板 10 上にハニカム状に生成される。図 5 (B) は液晶パネル 6 の開口側を示し、液晶パネル 6 は RGB の三原色に対応した画素が周期的に配置されている。11 は R の開口部、12 は G の開口部、13 は B の開口部であり、これらの開口部 11, 12, 13 は RGB の画素に対応して周期的に形成されている。図 5 (C) は回折格子 5 と液晶パネル 6 とを合わせて構成される表示生成部 7 である。一個の回折格子 5 A の中心が G の開口部 12 の中心に一致するように、また、一個の回折格子 5 A の各かど部が R の開口部 11 の中心および B の開口部 13 の中心にそれぞれ一致するように、回折格子 5 と液晶パネル 6 が配置される。また、回折格子 5 と液晶パネル 6 の間隔 L がコリメートレンズ 4 に近い側で狭く、コリメートレンズ 4 に遠い側で広がるように配置されている。したがって、回折格子 5 に入射した光は回折格子 5 で回折されて赤色光、緑色光、青色光に分光して R の開口部 11 の中心、G の開口部 12 の中心および B の開口部 13 の中心をそれぞれ透過するようになっている。

【0030】図 6 は図 5 (C) の A-A 断面図である。図 6 において、10 はガラス基板、5 は回折格子であり、これらのガラス基板 10 と回折格子 5 が回折手段 14 を構成している。6 は液晶パネルであり、液晶パネル 6 は、ガラス基板 15、ブラックマトリックスに形成された薄膜トランジスタ 16、液晶 17、透明電極 18、ガラス基板 19 および偏光板 20 により構成されている。回折格子 5 と液晶パネル 6 は明示されていないが、

その間隔 L がコリメートレンズ 4 に近い側で狭く、コリメートレンズ 4 に遠い側で広がるように配置されている。ガラス基板 10 を透過して、回折格子 5 に所定の入射角度で入射した光は、回折格子 5 で回折されて分光し、赤色光 21 は R の開口部 11 の中心に、緑色光 22 は G の開口部 12 の中心に、青色光 23 は B の開口部 13 の中心にそれぞれ入射する。薄膜トランジスタ 16 のオンオフ制御で透明電極 18 が駆動制御され、液晶 17 が持っている光の偏光方向を調整する特性により偏光板 20 での透過率が各開口部 11, 12, 13 を通過する光ごとに制御される。

【0031】図 7 は回折格子 5 から分光して液晶パネル 6 に入射するときの入射位置のずれの説明図である。図 7 (B) に示すように、液晶パネル 6 の RGB のそれぞれの開口部 11, 12, 13 は $45\mu\text{m}$ の間隔 $L1$ の周期で配列されており、回折格子 5 から液晶パネル 6 の開口部 11, 12, 13 までの間隔 $L2$ が $700\mu\text{m}$ である。空間周波数 1144本/mm の回折格子 5 に 38.6° の入射角 (θ) で平行光 24 が入射される時、回折格子 5 で分光された光の 545nm の波長の緑色光 22 は G の開口部 12 の中心を通り、さらに 460nm の波長の青色光 23 は B の開口部 13 の中心を、 630nm の波長の赤色光 21 は R の開口部 11 の中心を通る。回折格子 5 が開口部 11, 12, 13 の位置に焦点を結ぶようなレンズ機能を持つことも可能である。このとき、回折格子 5 の空間周波数は分布を持っており平均の空間周波数が約 1144本/mm となる。

【0032】図 7 (C) に示すようにコリメートレンズ 4 によって約 30° 屈折された光が回折格子 5 に入射する場合、入射光の波長分散の大きさは波長が 460nm と 630nm の青色光 23 と赤色光 21 の間では約 0.7° になる。この波長分散を持った光がコリメートレンズ 4 に最も近い位置の回折格子 5 に入射するとき、回折格子 5 で分光された 460nm の青色光 23 は液晶パネル 6 の B の開口部 13 の中心から約 $2.2\mu\text{m}$ だけ G の開口部 12 から離れる方向にずれた位置に入射され、 630nm の赤色光 21 は液晶パネル 6 の R の開口部 11 の中心から約 $2.2\mu\text{m}$ だけ G の開口部 12 から離れる方向にずれた位置に入射される。これによって、B の開口部 13 を透過する光は本来の青色からわずかに水色にずれ、R の開口部 11 を透過する光は本来の赤色からわずかに橙色にずれる。ここで、液晶パネル 6 の開口部 11, 12, 13 と回折格子 5 の間の間隔が本来の $700\mu\text{m}$ から $32\mu\text{m}$ の間隔 $L3$ だけ短い $668\mu\text{m}$ の間隔 $L4$ であれば、B と R の開口部 13, 11 の中心に 460nm と 630nm の波長の青色光 23、赤色光 21 を入射することができる。したがって、所定の青色と赤色を表示することが可能となる。すなわち、液晶パネル 6 と回折格子 5 の間隔 $L4$ をコリメートレンズ 4 に近い側では狭くすると、色むらは生じない。

【0033】一方、図7(A)に示すように、コリメートレンズ4から遠い側の回折格子5においては、回折格子5による分光の大きさが小さくなっており、これによって460nmと630nmの波長の青色光23と赤色光21はBとRの開口部13、11の中心からそれぞれ約2.2μmだけG側に偏った位置に入射される。ここで、液晶パネル6の開口部11、12、13と回折格子5の間隔が本来の700μmから36μmの間隔L5だけ長い736μmの間隔L6であれば、BとRの開口部13、11の中心に460nmと630nmの波長の光を入射することができ、所定の青色と赤色を表示することが可能となる。すなわち、液晶パネル6と回折格子5の間隔L6を広くすると、色むらは生じない。

【0034】このように、液晶パネル6と回折格子5をウェッジ角を付けて配置することによって、RGBの開口部11、12、13のそれぞれにほぼ所定の波長の光を入射させることができ、表示画面の色むらを生じさせないまたは許容範囲に収めることができる。ここで、回折格子5と液晶パネル6の間隔L4、L6を厳密に668nmから736nmまでに調節する必要はなく、色むらが許容範囲に収まる程度に調節すれば良い。

【0035】図8(A)、(B)は回折格子5と液晶パネル6との張合せの説明図である。図8(A)、(B)において、液晶パネル6と回折格子5の間隔Lを制御するために、液晶パネル6と回折格子5を張り合わせる接着剤に混入するスペーサ25の大きさを調整する。コリメートレンズ4に遠い側であって液晶パネル6と回折格子5の間隔Lを広げたい部分では直径の大きいスペーサ25を混入し、コリメートレンズ4に近い側であって間隔Lを狭くしたい部分では直径の小さいスペーサ25を混入する。スペーサ25の大きさに対応して液晶パネル6と回折格子5の接着層の厚さが変化するので間隔Lに勾配をつけることができる。すなわち間隔Lは、コリメートレンズ4に遠い側からコリメートレンズ4に近い側に向かうにしたがって、次第に狭くなっている。接着剤に混入するスペーサ25としてはビーズを用いれば良い。コリメートレンズ4に遠い側では直径の大きいビーズを用い、コリメートレンズ4に近い側では直径の小さいビーズを用い、コリメートレンズ4に遠い側から近い側に向かうにつれてビーズの直径を除々に小さくする。

【0036】回折格子5が液晶パネル6の開口部11、12、13に焦点を結ぶ機能を持つ場合には、回折格子5の焦点距離が液晶パネル6と回折格子5の間隔Lに応じて変化することが有効である。回折格子5で分光された光が液晶パネル6の開口部11、12、13に焦点を結ぶことによって開口部11、12、13を通過する光量が増える効果がある。ここで、回折格子5の焦点距離がコリメートレンズ4から遠ざかるにしたがい順次長くして、全ての領域の回折格子5が液晶パネル6の位置に焦点を結ぶようにすれば、表示画面の明るさを向上する

ことができる。

【0037】図9は本発明の他の実施形態を説明する説明図である。図9において、3はピンホール部であり、ピンホール部3で集光された光は、ピンホール部3を通過してコリメートレンズ4に出射される。コリメートレンズ4に入射する入射光は、コリメートレンズ4により平行光に変換されて、回折格子5に出射される。コリメートレンズ4の端部にある角度で入射する入射光は、コリメートレンズ4を通過するとき、波長分散が生じる。コリメートレンズ4の中心に入射する入射光の場合には、コリメートレンズ4を通過するとき、波長分散は生じない。コリメートレンズ4の端部での波長分散は、波長が460nmの青色光26と630nmの赤色光27の間で所定角度θ1(1.0度)まで許容される。コリメートレンズ4に波長分散に起因する画面内の色むらは、1.0度以下のように波長分散が小さければ許容可能になる。波長分散を低減するためには、Fナンバーが大きいレンズをコリメートレンズ4に使用して、コリメートレンズ4の端部での光の屈折角度を小さくすれば良い。

【0038】次に、コリメートレンズ4の波長分散が1.0度まで許容される理由を説明する。図10は色度図である。図10において、横軸はスモールユー(u)のダッシュを示し、縦軸はスモールヴィ(v)のダッシュを示す。28は単一波長の光の色を示す。単一波長の光の色28の左上端部は緑を、右上端部は赤を、下端部は青をそれぞれ示す。色ずれの許容範囲は、色度向上においておよそ0.02と言われている。例えば、青の点29から360度方向の0.02が色ずれの許容範囲30である。コリメートレンズ4の波長分散によるスクリーン内での色むらは、表示画面の左右方向に分布を持つという特徴がある。したがって、図11に示すように、スクリーン9の表示画面の中央、例えば青の中央を基準とすると、画面の両端部でそれぞれ0.01ずれたときに許容限界となる。

【0039】図12は赤色の色ずれの許容限界の説明図である。図12において、液晶パネル6のRGBの開口部11、12、13の間隔L1を45μm、回折格子5と開口部11、12、13の間隔L2を700μmとし、RGBの各開口部11、12、13の中心にはそれぞれ630nm、545nm、460nmの赤色光21、緑色光22、青色光23が入射するとする。

【0040】Rの開口部11中心に630nmからΔλずれた波長の光が入射するとき、Rの開口部11を通過する光の色は色度図上の630nm付近のΔλの波長差に相当する色の変化を生じる。色の変化量が色度図上で0.01の色の变化量は波長が630nm付近においては10nmに相当する。つまり、あるRの開口部11では630nmの波長の光が開口部11の中心に入射して、さらに別のRの開口部11では620nmの光が開

口部 11 中心に入射するとき、これらの画素の間の色ずれが許容限界となる。

【0041】空間周波数が 1144 本/mm の回折格子 5 においては 630 nm の波長の赤色光 21 が 38.6 度の入射角度 θ で入射した時に R の開口部 11 の中心に入射する。今、波長が 620 nm の光 21A が R の開口部 11 中心に入射する場合には回折格子 5 への光の入射角度は当初の 38.6 度から約 0.75 度の角度 θ 2 小さい時である。したがって、赤色の波長域の光が回折格子 5 に入射する時の入射角度の変化量は、赤色の表示色のばらつきを許容範囲に収めるために約 0.75 度まで許容できる。

【0042】図 13 は青色の色ずれの許容限界の説明図である。図 13 において、B の開口部 13 中心に入射する 460 nm の波長域においては、色度図上の 0.01 の色ずれは 3 nm の波長差に相当する。したがって、B の開口部 13 の中心に 460 nm から 3 nm だけ異なった波長の青色光 23A が入射する時に色ずれの許容限界となる。

【0043】空間周波数が 1144 本/mm の回折格子 5 においては 460 nm の波長の青色光 23 が 38.6 度の入射角度 θ で入射した時に B の開口部 13 の中心に入射する。今、波長が 460 nm から 3 nm だけ長い 463 nm の光 23A が B の開口部 13 の中心に入射するためには回折格子 5 への光の入射角度は当初の 38.6 度の入射角度 θ から 0.25 度の角度 θ 3 だけ大きい場合である。したがって、青色の波長域の光が回折格子 5 に入射する時の入射角度の変化量は、青色の表示色のばらつきを許容範囲に収めるためには約 0.25 度の角度 θ 3 まで許容できる。

【0044】以上からコリメータレンズ 4 の波長分散は波長が 460 と 630 nm の赤色光 21 と青色光 23 の間で 1.0 度まで許容される。図 14 はレンズ端部の波長分散と F ナンバーとの関係を示すグラフである。図 14 において、コリメータレンズ 4 のレンズ端部の波長分散が 1.0 度となるときの F ナンバーはおよそ 0.6 である。したがって、コリメータレンズ 4 として F ナンバーが 0.6 以上のものを使用すれば表示画面の色むらを許容範囲に収めることができる。

【0045】図 15 はレンズ端部の屈折角度の説明図である。図 15 において、31 はレンズ、D はレンズ 31 の直径、 θ 4 はレンズ端部の屈折角度、f は焦点距離をそれぞれ示す。レンズ端部の屈折角度 θ 4 は、 $\tan^{-1}(1/2F)$ で示される。F は F ナンバーを示し、f/D である。図 16 はレンズ端部の光の屈折角度と F ナンバーの関係を示したグラフである。

【0046】図 16 において、F ナンバーが 0.6 のときのレンズ端部の屈折角度 θ 4 は、およそ 40 度である。したがって、コリメータレンズ 4 のレンズ端部の屈折角度を所定値 (40 度) 以下とすれば、表示画面の色

むらを許容範囲に収めることができる。

【0047】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、回折格子と液晶パネルの開口部との間隔を、レンズに近い側で狭く、レンズに遠い側で広くするようにしたため、表示画面に色むらが生じない、または色むらを許容できる。また、レンズに近い側で直径が小さく、レンズに遠い側で直径が大きいスペースを用いるため、間隔を容易に制御することができる。さらに、レンズの端部の光の屈折角度を所定値以下とし、F ナンバーが所定値以上のものを用いるため、表示画面の色むらを許容範囲に収めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態を示す全体構成図

【図 2】一個の回折格子を示す図

【図 3】回折格子の部分拡大断面図

【図 4】回折格子の部分拡大正面図

【図 5】回折格子と液晶パネルよりなる表示生成部を示す図

【図 6】図 5 (C) の A-A 断面図

【図 7】分光の入射位置のずれの説明図

【図 8】回折格子の張合せの説明図

【図 9】本発明の他の実施形態を説明する説明図

【図 10】色度図

【図 11】画面の端部でのずれの説明図

【図 12】赤色のばらつきの許容限界の説明図

【図 13】青色のばらつきの許容限界の説明図

【図 14】レンズ端部の波長分散と F ナンバーとの関係を示すグラフ

【図 15】レンズ端部の屈折角度の説明図

【図 16】レンズ端部の光の屈折角度と F ナンバーとの関係を示すグラフ

【図 17】従来例を示す全体構成図

【図 18】回折格子の説明図

【図 19】波長と屈折率の関係を示す図

【図 20】コリメータレンズの波長分散の説明図

【図 21】従来例の問題点を説明する説明図

【符号の説明】

1 : ランプ (光源)

2 : 反射鏡

3 : ピンホール部

4 : コリメータレンズ (レンズ)

5 : 回折格子

5A : 一個の回折格子

5B : 屈折率が低い樹脂

5C : 屈折率が高い樹脂

6 : 液晶パネル

7 : 表示生成部

8 : 投影レンズ

9 : スクリーン

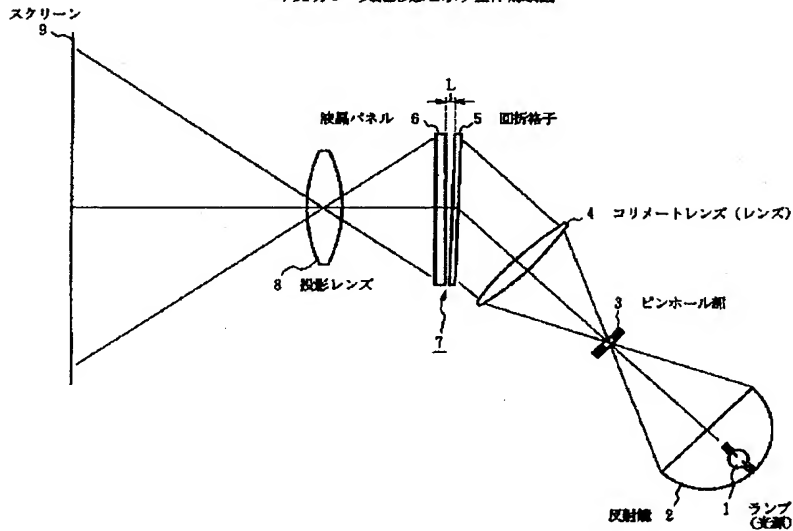
10, 15, 19: ガラス基板
 11: Rの開口部
 12: Gの開口部
 13: Bの開口部
 14: 回折手段
 16: 薄膜トランジスタ
 17: 液晶
 18: 透明電極
 20: 偏光板
 21, 27: 赤色光
 21A, 23A: 光
 22: 緑色光
 23, 26: 青色光

* 24: 平行光
 25: スペーサ
 28: 単一波長の光の色
 29: 点
 30: 色ずれの許容範囲
 31: レンズ
 L, L1~L6: 間隔
 θ : 入射角度
 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$: 角度
 10 θ_4 : 屈折角度
 D: レンズ直径
 f: 焦点距離

*

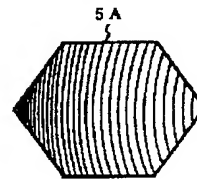
【図1】

本発明の一実施形態を示す全体構成図



【図2】

一個の回折格子を示す図



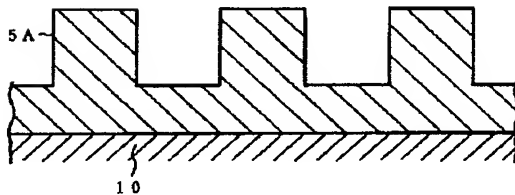
【図19】

波長と屈折率の関係を示す図

波長 (nm)	435.8	486.1	546.1	587.6	656.3
屈折率	1.5267	1.5224	1.5187	1.5168	1.5143

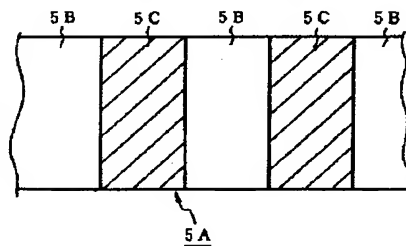
【図3】

回折格子の部分拡大断面図



【図4】

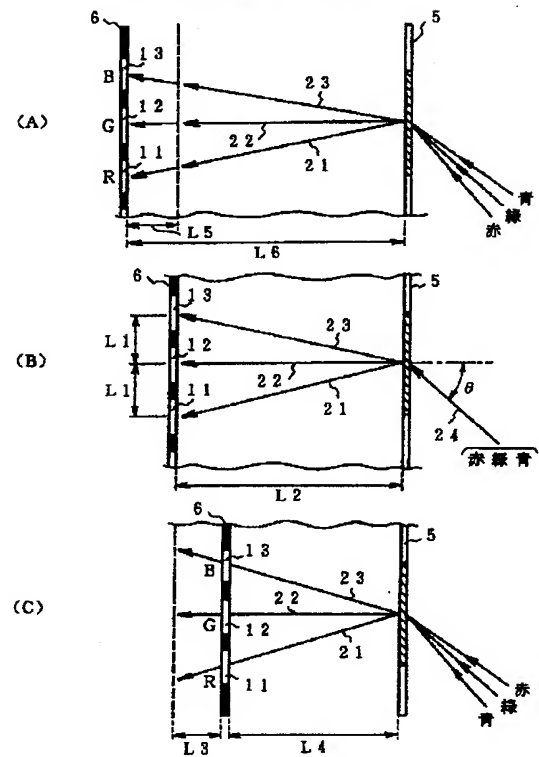
回折格子の部分拡大正面図



回折格子と液晶パネルよりなる表示生成部を示す図

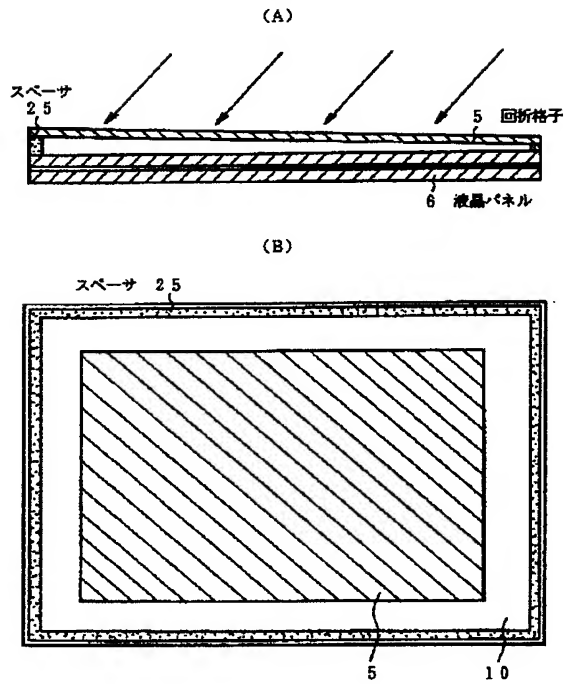


分光の入射位置のずれの説明図



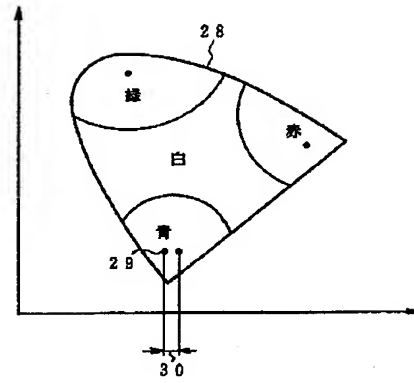
【図 8】

回折格子の張合せの説明図



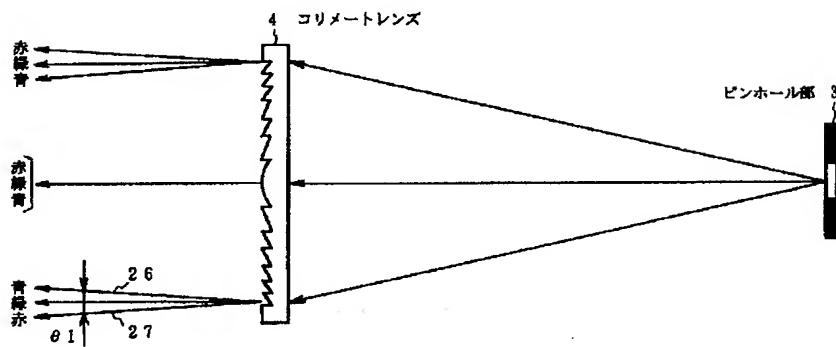
【図 10】

色度図



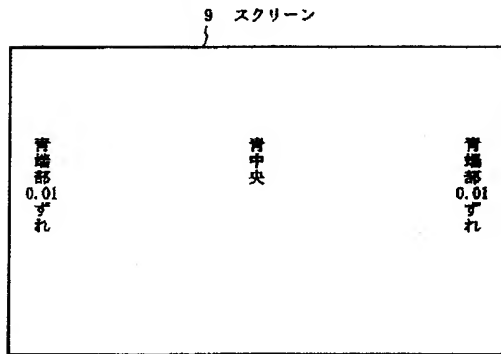
【図 9】

本発明の他の実施形態を説明する説明図



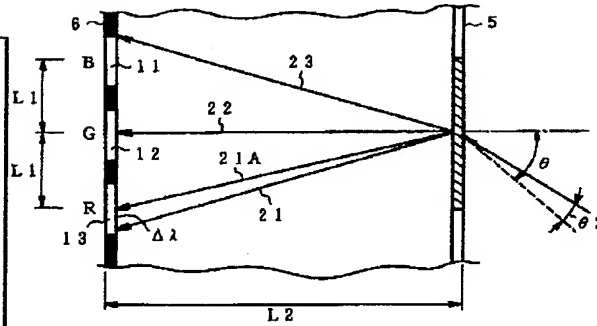
【図11】

画面の端部でのずれの説明図



【図12】

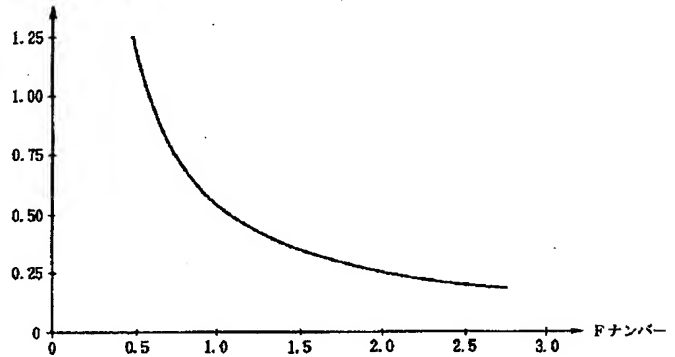
赤色のばらつき許容限界の説明図



【図14】

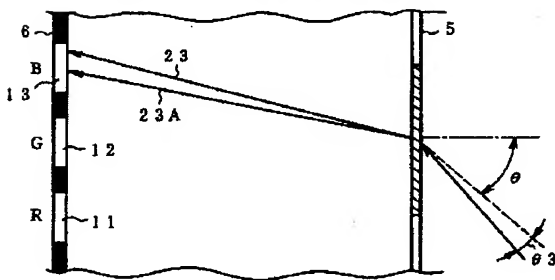
レンズ端部の波長分散とFナンバーとの関係を示すグラフ

レンズ端部の波長分散



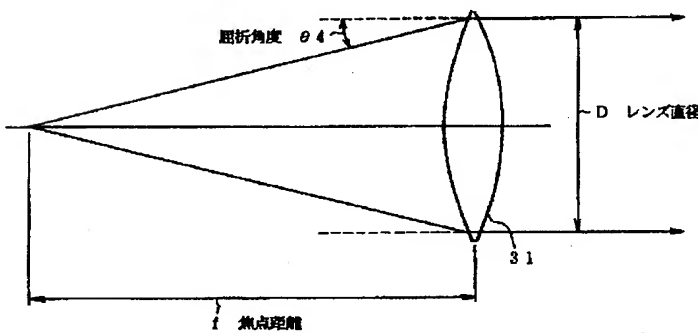
【図13】

青色のばらつき許容限界の説明図



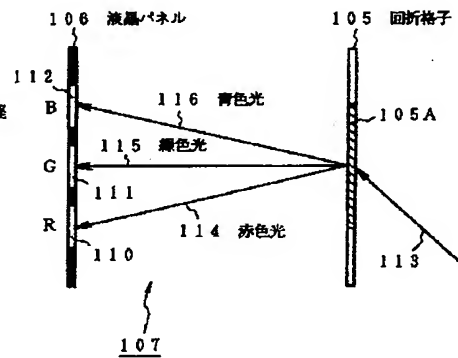
【図15】

レンズ端部の屈折角度の説明図

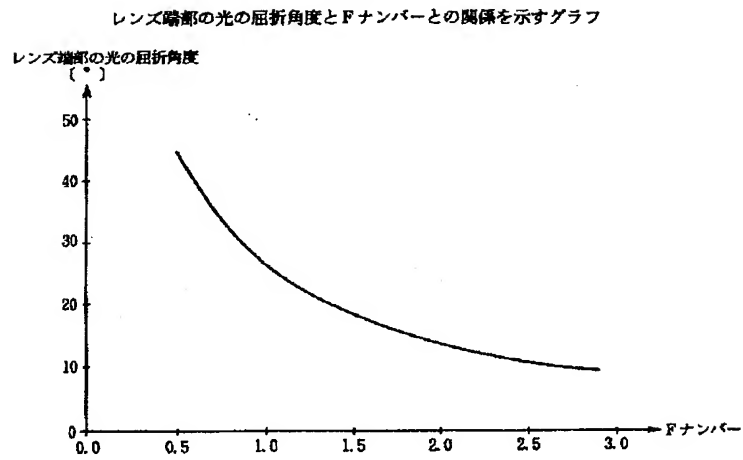


【図18】

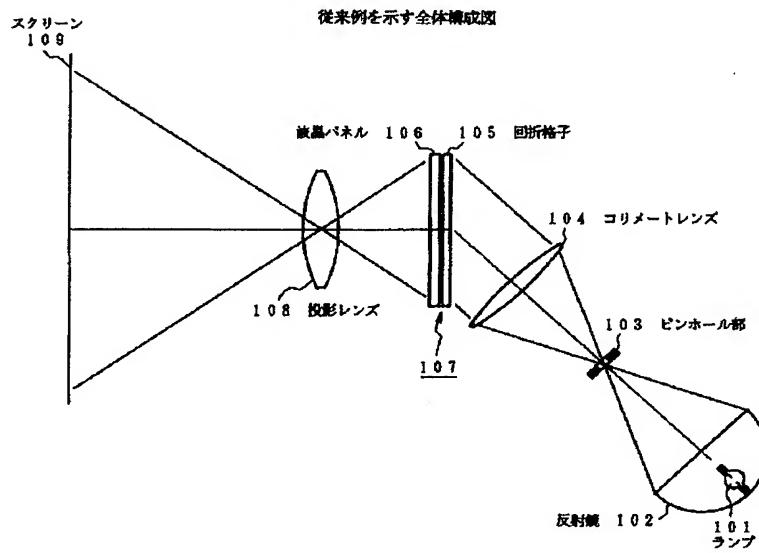
回折格子の説明図



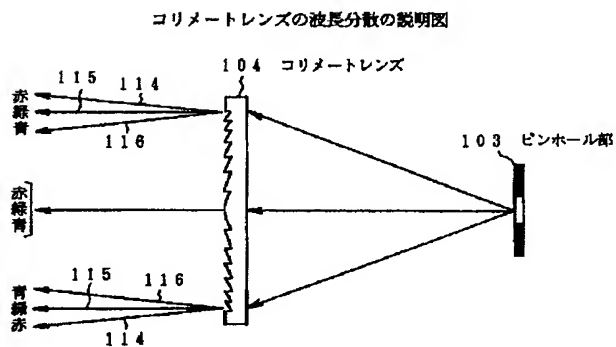
【図 16】



【図 17】



【図 20】



従来例の問題点を説明する説明図

